

<https://www.openstack.org/software>.

12. OpenStack: The Open Alternative to Cloud Lock-in.

<http://www.rackspace.com/cloud/openstack>.

13. Buyya R., Broberg J., Goscinski A. Cloud computing: principles and paradigms. – New York, USA: John Wiley & Sons, 2011. 674 p.

Cloud service

Viktor Yakovlevich Tsvetkov, Professor, Doctor of Technical Sciences, Center fundamental and advanced research, the deputy head.

Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport,

Igor Petrovich Deshko, associate professor, Ph.D., Associate Professor, Department of integrated information systems, Institute of Information Technology

This article describes the cloud service in computer networking technologies. This article describes the advantages of the cloud service to the consumer and the manufacturer. The article shows that the complex cloud computing technology includes many parts: network technology, virtualization technology, storage technology, software engineering, open systems methodologies. This article describes the general characteristics and features of cloud technologies. This article describes the methodological features of a cloud service. This article describes three service models, four models of deployment of cloud technologies. The article describes the importance of virtual technologies in cloud computing. This article describes the cloud platform OpenStack.

Keywords: cloud computing, information technology, network technology, information design, communication, cloud computing, cloud service.

УДК 004.02, 528

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРИКЛАДНОЙ ГЕОИНФОРМАТИКЕ

Павел Дмитриевич Кужелев, канд. техн. наук, доц.,

e-mail: mirearec1@yandex.ru,

Московский государственный университет путей сообщения,

<http://www.mii.ru>

Статья описывает применение методов предпочтений, которые используют при поддержке принятия решений в прикладной геоинформатике. Раскрывается содержание отношений и соответствий. Раскрывается содержание предпочтения. Описаны операторы, применяемые в теории предпочтений. Описаны особенности применения теории предпочтений на основе пространственной информации. Описаны условия интеграции пространственных данных. Описаны скалярный и векторный методы сравнения при оценке предпочтительности.

Ключевые слова: прикладная геоинформатика, пространственная информация, поддержка принятия решений, отношение, соответствие, предпочтение, модели, информационные конструкции.

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-3-95-104

Введение

Поддержка принятия решений заключается в подготовке альтернатив для последующего принятия решений [1–3]. Принятие решений в прикладной геоинформатике [4] связывают с решением практических задач и применением пространственной информации для этой цели. Кроме того, для поддержки принятия



П.Д. Кужелев

решений в прикладной геоинформатике используют пространственные отношения [5], пространственные знания [6], инфраструктуры пространственных данных [7], геоданные [8] и геоинформационные системы. Принятие решений или поддержку принятия решений связывают с выбором решения практических задач [9]. Чаще всего речь идет об управленческих задачах. Способ решения задачи зависит от степени формализации условий. По этому критерию можно выделить полностью формализуемые, частично формализуемые задачи. Такое деление является условным, поскольку развитие теоретических методов и применение информационных технологий позволяет все больше осуществлять формализацию задач, которые ранее относились к неформализуемым.

Формализация методов поддержки принятия решений (ППР). Формализацию можно рассматривать как построение моделей в некоем пространстве. Параметры, описывающие модель, задают *пространство параметров*, в котором осуществляется формализованное описание. Для формализованных задач наличие правил позволяет получать решения алгоритмически без участия лица, принимающего решение (ЛПР), за которым остается право анализа решений. Для анализа решений, кроме наличия пространства параметров, необходимо выполнение еще двух условий: определение значений параметров по единым шкалам измерений и наличие аналитических выражений, связывающих измерения разных размерностей и разных шкал.

Различают следующие типы шкал: номинальная, порядковая (ординальная), интервальная, относительная (шкала отношения). В соответствии с этой классификацией различают четыре типа переменных: номинальные, порядковые (ординальные), интервальные и относительные [1]. Таким образом, для полной формализации необходимо выполнение трех условий: построение пространства параметров, использование единых шкал измерений, использование аналитических выражений, связывающих параметры разных размерностей и шкал.

Можно говорить о существовании *пространства анализа* в том случае, если выполняются второе и третье условие. Считалось, что если исходные величины измерены по разным шкалам, то задача не формализуема и часто не имеет корректного решения. Для решения неформализуемых задач применяют теорию предпочтений [10–12]. Основной концепцией методов предпочтений является переход от формализованных методов к эвристическим [13]. По существу, в теории предпочтений пространство анализа создается за счет включения в него ЛПР.

В основополагающих работах по теории предпочтений Дж. Неймана, О. Моргенштерна [2], а также в более поздних Р. Д. Льюиса, Х. Райфа [3] и ряде других [10, 11] предпочтение связывается с индивидом, т. е. лицом, принимающим решение (ЛПР). Оно рассматривается, как возможность ЛПР принять решение на основе выбранной им системы предпочтений.

Система предпочтений представляет собой совокупность критериев и результатов оценки неких величин. Оценка предпочтения между выбранными объектами требует введения метода сопоставления их параметров и определения связей между ними. Это приводит к необходимости использования таких понятий, как отношение, соответствие и эквивалентность.

Применение отношений и соответствий. Прежде чем рассматривать предпочтения необходимо дать обоснование понятиям «отношение» и «соответствие», которые служат основой в теории предпочтений. Отношениями называют способ задания порядка между элементами множества. Соответствиями называют способ задания взаимосвязей между элементами множества. Например, бинарные отношения

дают сравнительную оценку пар множества по каким-то свойствам. Двумерным или бинарным отношением R называется подмножество пар $(a, b) \in R$ декартового произведения $M_1 \times M_2$, т. е. $R \subseteq M_1 \times M_2$. Множество M_1 называют областью определения отношений, множество M_2 – областью значений.

Пример 1. Пусть $y < [A \sin x]$. Здесь $(-\infty < x < +\infty)$ – область определения отношений, $(0 \leq y < A)$ – область значений.

Пример 2. Возможно рассмотрение отношения R между парами одного и того же множества $M_1 \times M_2$. В этом случае $R \subseteq M \times M$. Если (a, b) находятся в отношении R , то это записывается как aRb . Например, $x_1 = a = 10; x_2 = b = 6; R = >$. В этом случае $x_1 > x_2; a > b$.

Соответствием между множествами A, B называется подмножество прямого произведения $G \subseteq A, B$. Элементами подмножества G являются пары $(a, b) \in G$, для которых истинно утверждение « b соответствует a при критерии соответствия G ». Соответствие имеет область определения и область значений. Одно из множеств декартового произведения задает область определений (например, A), другое (например, B) – область значений.

Пример 3. Пусть $y = A \sin x$. Здесь $(-\infty < x < +\infty)$ – область определения отношений, а $(-A \leq y \leq A)$ – область значений. Различие между примерами 1 и 3 в том, что в примере 1 одному x соответствует множество y . В примере 3 одному x соответствует одно y .

Функцией соответствия называется соответствие $f: A \rightarrow B$, при котором каждому элементу a из области определения A функция ставит в соответствие элемент b из области значений B . Элемент a называют аргументом функции, элемент b называют значением функции.

Отображением A на B называется всюду определенное сюръективное соответствие $f: A \rightarrow B$. Если даны функции $f: A \rightarrow B$ и $g: B \rightarrow C$, то функция h называется композицией функций f и g и обозначается как $f * g$, если имеет место равенство

$$h(x) = g(f(x)), x \in A.$$

Понятие предпочтения тесно связано с понятием отношения и с функцией полезности. При рассмотрении семиотических информационных моделей понятие полезности связано с прагматической частью модели [14].

Следует различать предпочтение как *свойство* (A предпочтительнее B), предпочтение как *процедуру* (определение предпочтительности) и *систему предпочтений* как результат выполнения процедуры по получению взаимосвязанных оценок предпочтительности для совокупности элементов некоего множества или сложной системы. Предпочтение можно рассматривать как частный случай отношения, а функцию полезности как критерий предпочтения. Выражение « A предпочтительнее B на основе функции полезности F_0 » можно записать как

$$F_0: A \succ B,$$

\succ – символ предпочтения.

Предпочтение может выражаться отношениями «больше», «меньше»; качественными сравнениями «светлее», «темнее»; оппозиционными переменными [15] «наличие – отсутствие» и т. д. Оператор предпочтения является более общим по отношению к другим операторам. При большом числе оценок предпочтения для многих критериев затрудняется получение универсальных процедур по оценке этого свойства. В теории предпочтений кроме оператора предпочтительности есть и другие операторы. Выражение « A эквивалентно B на основе критерия F_1 » можно записать как

$$F_1: B \Leftrightarrow A,$$

\Leftrightarrow – символ эквивалентности.

Выражение «предпочтительность A не определена относительно B по критерию F_2 » можно записать как

$$F_2: B \sim A,$$

\sim – символ неопределенности.

Функцией полезности называется функция $u(x)$, определенная на упорядоченном множестве X , если для всех $x, y \in X$

$$x \succ y \Leftrightarrow u(x) \succ u(y).$$

Смысл введения функции полезности заключается в повышении степени формализации процедуры предпочтения как основы для выбора решения. Примером функции полезности может служить целевая функция, широко применяемая в теории исследования операций, оптимальном управлении и т. д. Часто предпочтение является диадой [16] или бинарным отношением.

Предпочтения в прикладной геоинформатике. В прикладной геоинформатике данные собирают с помощью разных технологий и систем [17–19]. Данные отражают различные характеристики и свойства. Они могут иметь различные размерности, разное количество значащих цифр, разное число разрядов, разную точность и т. д. Организацией данных в геоинформатике называется процедура сведения разнородных данных и моделей в единую непротиворечивую информационную модель [20], которую в дальнейшем можно будет эффективно применять в различных технологиях анализа и управления.

В геоинформатике работают с локализованными данными. Пространственной локализацией данных в геоинформатике называют процесс соотнесения разных видов информации к локальной системе координат, конкретной территории, географическому месту, объекту, определенному в системе земной поверхности [4]. Локализация данных осуществляет две функции: упорядочение и привязку. Упорядочение осуществляется классификацией данных, упорядочение и привязка осуществляются позиционированием.

Локализация показателей решает задачу соответствия. Например, каждый субъект федерации имеет свою площадь и количество населения. Обобщенной локализации соответствует связь «один ко многим». Например, средняя плотность населения в субъекте федерации, в то время как по его районам она различается. Таким образом, локализация выполняет две важные функции: пространственную и систематизирующую. Пространственная функция заключается в привязке данных к координатам земной поверхности. Систематизирующая заключается в упорядочении всех данных, имеющих разные форматы и размерности или шкалы измерений, и организации связи между данными, принадлежащими одному территориальному объекту. Можно сказать, что этим создается вертикальная связь между параметрами разных шкал измерений или данными одного пространственного объекта.

Для обработки в единой технологической системе или в единой информационной системе данные должны быть объединены на основе какого-то правила или метода. Таким объединяющим методом является интеграция данных [21]. Необходимо отметить, что в геоинформатике совокупность изучаемых и исследуемых параметров данных и моделей данных образует систему. Это обусловлено тем, что эта информационная совокупность отображает реальные объекты и явления земной поверхности, которые расположены не произвольно, а систематизированно. Системой данных в геоинформатике являются геоданные [20–22].

В настоящее время наряду с понятием информационная модель используется обобщенное понятие *информационная конструкция*, которая описывает процессы, модели, отношения и явления [23]. Многие модели и информационные конструкции можно отнести к интегрированным. Обычно говорят о степени интеграции, однако наиболее важным параметром является критерий или аспект интеграции. Он служит

основой объединения данных в интегрированную модель. В результате интеграции данных строится модель, обладающая каким-либо важным свойством или, говоря языком синергетики, имеющая синергетический эффект. Упрощенно интеграцию можно представить в виде следующих процедур:

- 1) выявление элементов неоднородной системы моделей или сложной модели объекта;
- 2) классификацию элементов неоднородной системы или сложной модели;
- 3) декомпозицию неоднородной системы или сложной модели, выделение базовых моделей (элементов);
- 4) выбор или создание интегрированной информационной основы, включающей все элементы;
- 5) объединение элементов в новую (интегрированную) систему или модель с исключением информационной избыточности;
- 6) определение правил преобразования исходных данных в интегрированную модель;
- 7) преобразование исходных данных системы или сложной модели в новую форму в соответствии с требованиями интегрированной модели;
- 8) установление связей между элементами интегрированной модели.

Следовательно, прежде чем осуществить интеграцию, необходимо на когнитивном уровне выделить основные группы данных (кластеры) [24] и выбрать среди них те, которые могут послужить основой для интеграции всех остальных.

Если локализация, по существу, создает *совокупность* данных с вертикальными связями, то интеграция создает *систему* унифицированных данных с вертикальными и горизонтальными связями. Для структуризации системы данных применяют процесс, называемый стратификацией. Группы координатных данных служат основой для стратификации класса координатных моделей на три подкласса. Это определяет следующие группы стратифицированных координатных моделей, применяемых в геоинформатике:

- точка (узлы, вершины);
- линия (незамкнутая);
- контур (замкнутая линия);
- полигон (район, ареал) – группы примыкающих друг к другу замкнутых участков.

Вторая и третья группы относятся к одному подклассу. В некоторых системах в описание основных типов моделей включают понятие *пространственная сеть*, которая является развитием типа данных *район*. Контур и линии часто объединяют общим термином – «линейные объекты». Таким образом, в разных ГИС число основных типов координатных моделей меняется от трех до пяти.

Стратификация данных – это процедура, которая разбивает интегрированную систему данных на части, удобные для обобщенного анализа. Графические данные разбиваются в буквальном смысле на страты, или слои. Стратификация в геоинформатике является аналогом нормализации в теории баз данных. Она завершает процесс организации данных. Кроме того, организация данных в геоинформатике создает условия для использования теории предпочтений как средства поддержки принятия решений при работе с разнородными данными, измеренными по разным шкалам измерений.

Предпочтения на основе пространственной информации. После того как данные организованы и стратифицированы или преобразованы в геоданные, на них можно выполнять операции предпочтения для обоснования решения или для поддержки принятия решения на основе пространственной информации. Простой случай теории предпочтений основан на использовании эквивалентности, отношений, предпочтений и разных шкал измерений. Обобщенный метод предпочтений включает в

себя элементы теории игр, статистического анализа, векторного анализа, теории множеств и исследования операций. Технология обобщенного метода предпочтений показана на рис. 1.

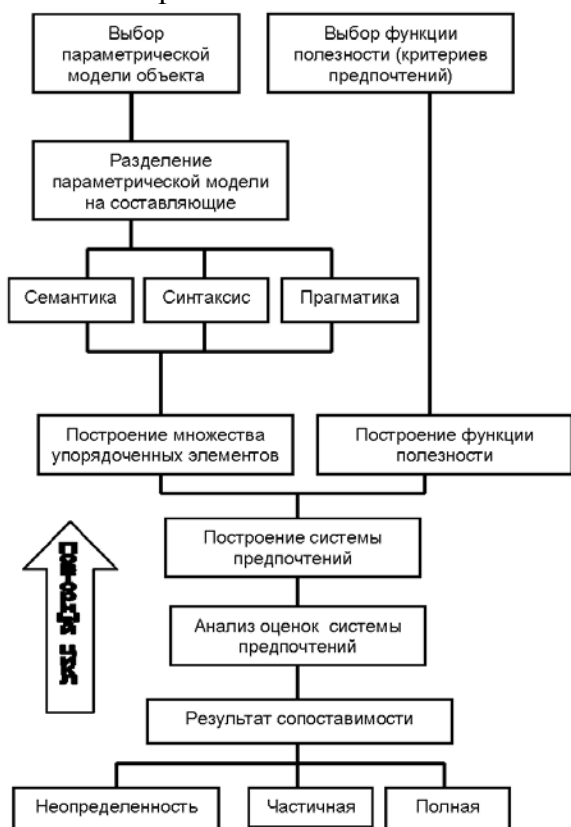


Рис. 1. Схема обобщенного метода предпочтений

размерности и описания, поэтому важным для анализа предпочтений является их упорядочение. Кроме того, для построения функции полезности нужно упорядоченное множество. После построения упорядоченного множества, на основе выбранного критерия предпочтений строится функция полезности. На этом этапе следует подчеркнуть возможный переход от одной шкалы измерений к другой. Критерий предпочтения может задаваться в неформализуемом виде. Поэтому построение функции полезности связано не только с построением функционального способа оценки полезности, но и с переходом к интервальной или относительной шкале измерений, которые допускают большее число операций сравнения и анализа [27].

На следующем этапе осуществляется построение системы предпочтений в выбранном пространстве параметров. Система строится с использованием отношений и соответствий на основе сопоставления функции полезности. Основными методами сопоставления являются: скалярный, векторный, матричный, многомерный, семантический, сетевой, метод нечетких множеств.

Сопоставление может быть прямым или косвенным, полным или частичным. Прямое сопоставление проводится тогда, когда имеется возможность сопоставить анализируемую модель с эталонной или другой по всем параметрам. Косвенное сопоставление соответствует случаю сравнения полного набора параметров одной модели с аналогичными параметрами, принадлежащими разным моделям.

Скалярный метод сопоставления заключается в анализе отдельных параметров модели. Он включает набор методов, среди которых следует выделить алгебраический, логический, операционный, функциональный и дифференциальный.

Векторный метод сопоставления заключается в преобразовании наборов параметров к векторному виду и совокупном сравнении сразу всех компонент вектора

Она включает: исследование объекта или группы объектов; выбор системы и критериев предпочтений; упорядочение параметров; сопоставление параметров; получение четких или нечетких оценок; формирование альтернатив; выбор альтернатив; обновление критериев сравнения. Выбор системы и критериев предпочтений осуществляется с учетом целей исследования объекта [25, 26].

Исследование объекта включает его классификацию, на основе которой выбирается модель для его описания. При использовании метода предпочтений строятся параметрические модели. Модель классифицируется на известных классах. Построение модели завершается выбором параметров для ее описания и построением пространства параметров. Это может быть полное пространство или подпространство, построенное на множестве Парето.

В общем случае параметры могут иметь разные шкалы измерений и разные

[28]. Этот метод включает построение множества векторов V одинаковой размерности n , компонентами которых являются сравниваемые между собой параметры модели объекта. Этими параметрами могут быть числа, логические переменные, рейтинговые оценки, характеристики сравнительных свойств (интенсивность света, частота колебаний, стаж работы, квалификация, уровень образования) и т. п. Для применения метода необходимо формирование параметров в векторы одинаковой размерности. Это является ограничением применимости метода.

В отличие от векторного анализа, в теории предпочтений компоненты вектора могут иметь разные шкалы и единицы измерения, но сравниваемые векторы должны иметь для соответствующих компонент одинаковые единицы измерения. Особенностью векторного метода предпочтений в сравнении с классическим векторным анализом является не только неоднородность компонент (разные шкалы измерения переменных), но и разные методы их сравнительной оценки. Это приводит к тому, что сравнительная оценка получается не для вектора параметров в целом, а для группы компонент. Компонента (или группа компонент), в большей степени удовлетворяющая критерию сравнения, называется более критериальной.

Вектор

$a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ считается более предпочтительным, чем вектор

$b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$, если компоненты вектора a более критериальны, чем соответствующие компоненты вектора b .

Матричные и многомерные критерии работают аналогично, но для других видов связи между параметрами. Сетевые критерии могут использовать нейронный принцип, модель сетей Петри и др. Теоретико-множественные критерии используют отношения, принятые в теории множеств.

После построения системы предпочтений производится анализ полученных оценок предпочтений. Оценки могут быть в виде отношений или в виде числовых значений. В последнем случае может быть построена рейтинговая система на основе выбранного критерия предпочтений. Заключительный этап сводится к анализу результата сопоставимости элементов системы предпочтений. Если сопоставимость полная, то на этом применение метода завершено и результаты применяют для поддержки принятия решений.

Если сопоставимость результатов метода предпочтений частичная, то при определенных условиях (по усмотрению ЛПР [13]) они могут быть использованы для поддержки принятия решений. Если в результате применения метода получена неопределенность или частичная сопоставимость не позволяет ее использовать для поддержки принятия решений, то производят повторный цикл построения системы предпочтений с выбором других функций полезности или дополнительных критериев оценки.

В такой методике предпочтений для сравнения используется не только числовая мера (полезности), но и более широкий круг понятий, таких как функциональность, непротиворечивость, взаимосогласованность и др. Иными словами, в теории предпочтений допускаются как количественные, так и качественные меры сравнения. Одним из основных подходов в теории предпочтений остается критерий транзитивности (переносимости свойств). Напомним, что он заключается в свойстве, выражаемом с помощью оператора предпочтения следующим образом.

Свойство транзитивности.

Если имеет место $A \succ B$ (A предпочтительнее B)

и имеет место $B \succ C$ (B предпочтительнее C),

то следует, что $A \succ C$ (A предпочтительнее C).

(1)

Совокупность предпочтений типа (1) (в общем случае более трех) будем называть системой переноса предпочтений. Если свойство транзитивности соблюдается, система

(1) будет называться согласованной или непротиворечивой. В векторной алгебре этому свойству имеется аналог – вектор, равный сумме других векторов.

При соблюдении условия транзитивности можно говорить о согласованности свойств или оценок предпочтений. При нарушении этого условия будем говорить о противоречивости свойств. В работе [29] дан метод оценки предпочтительности при нарушении условия транзитивности. В реальной практике он используется чаще, чем рафинированный метод сохранения условия транзитивности. Именно он применяется в экспертных (качественных и количественных) оценках, даваемых объектам или моделям. Например, метод парных сравнений относится к скалярным методам предпочтений. При сравнении большой совокупности объектов нарушается когнитивное свойство анализа, которое называют «обозримостью». Оно состоит в том, что сложно обозреть сразу все объекты и получить общую сравнительную оценку. Значительно проще для эксперта сравнивать пары объектов между собой и давать сравнительную оценку для каждой пары [22]. Затем результаты парных сравнений обрабатывают и получают общую оценку.

Один эксперт может сравнить между собой n объектов. Для каждой пары он дает оценку. Оценки могут быть согласованны, или непротиворечивы (критерий транзитивности соблюдается) и несогласованны, то есть противоречат друг другу. При парных сравнениях в результате может быть получена система предпочтений, которая может быть согласованной или несогласованной. Каждые три пары трех объектов могут образовывать треугольники (триады) [16] согласия или треугольники противоречия. Общее количество треугольников будет равно T . Из них в общем случае T_c – число треугольников согласия, T_n – число треугольников противоречий. Чем больше T_c , тем более согласованная система. Чем больше T_n , тем система предпочтений более противоречива. В работах [10, 30] приведены численные методы оценки согласованности по треугольникам согласованности и противоречия.

В геоинформатике метод предпочтений применяется весьма эффективно. Это обусловлено тем, что в единой системе данных (первичные геоданные) хранятся данные, полученные по разным шкалам измерений, данные, между которыми не всегда имеется однозначное соответствие.

Неоднозначное соответствие приводит к нарушению важного свойства «непротиворечивости», которое является одним из основополагающих при организации хранения данных в базах данных. Соответственно, это исключает анализ и сравнение данных методами запросов, применяемых в базах данных. Теория предпочтений менее критична к этому свойству. Она позволяет анализировать данные при отсутствии взаимно однозначной связи между ними. Поэтому применение ее в прикладной геоинформатике расширяет возможность анализа данных.

После рассмотрения методов предпочтений можно дать теоретическое обоснование организации данных в геоинформатике. Можно утверждать, что организация данных в геоинформатике привносит в данные свойства, необходимые для использования теории предпочтений.

Унификация приводит данные из разных форматов к единому формату, что дает возможность задавать между ними отношения. Локализация создает свойство эквивалентности между данными, полученными по разным шкалам измерений, но имеющим общие точки локализации. Интеграция задает систему со связями между данными, что привносит свойство соответствия в систему данных. Таким образом, в интегрированной информационной основе данные обладают свойствами отношений, соответствия и эквивалентности, что делает возможным применение методов и теории предпочтений.

Однако в прикладной геоинформатике применение теории предпочтений позволяет решать не только задачу нахождения предпочтений, но и другую задачу – выявление различий. Выявление различий используется при качественном оперативном

анализе, в частности для сопоставительного визуального анализа. Сам визуальный анализ осуществляется методами деловой графики, или тематической картографии, или их комбинацией.

Заключение

Теория предпочтений относится к качественно-количественным средствам поддержки принятия решений. В прикладной геоинформатике она опирается на дополнительную информацию: пространственные отношения, пространственные знания, инфраструктуры пространственных данных, геоданные и геоинформационные системы. Это расширяет возможности поддержки принятия решений, особенно при региональном отраслевом и национальном управлении. Эффективны данные методы при управлении транспортными системами, которые являются территориально распределенными системами и пространственная информация является в них обязательной.

Литература

1. *Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Методы и системы поддержки принятия решений. – М.: Макс Пресс, 2001.
2. *Нейман Дж., Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970
3. *Льюс Р.Д., Райфа Х.* Игры и решения. – М.: ИЛ, 1961.
4. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Прикладная геоинформатика. – М.: Макс Пресс, 2005. 360 с.
5. *Васютинская С.Ю.* Пространственные отношения в кадастре // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 4 (12). С. 91–96.
6. *Цветков В.Я.* Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
7. *Матчин В.Т.* Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 1 (9). С. 137–144.
8. *Омельченко А.С.* Геоданные как инновационный ресурс // Качество, инновации, образование. 2006. № 1. С. 12–14.
9. *Ожерельева Т.А.* Системы поддержки принятия решений // Славянский форум. 2015. № 4 (10). С. 252–259.
10. *Цветков В.Я.* Основы теории предпочтений. – М.: Макс Пресс, 2004. 48 с.
11. *Романов И.А.* Применение теории предпочтений при анализе инновационных проектов // Перспективы науки и образования. 2013. № 6. С. 210–214.
12. *Горбунов В.К., Ледовских А.Г.* Построение поля потребительских предпочтений по торговой статистике // Журнал Среднев. матем. общества. – Саранск: СВМО, 2010. Т. 12. № 4.
13. *Ожерельева Т.А.* Организационное эвристическое управление // Государственный советник. 2014. № 4. С. 69–75.
14. *Поляков А.А., Цветков В.Я.* Прикладная информатика: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика» (по областям) и другим междисциплинарным специальностям / Под общ. ред. А.Н. Тихонова. Т. 1. – М.: Макс Пресс, 2008. 788 с.
15. *Tsvetkov V.Ya.* Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 30. Is. 11. P. 1703–1706.
16. *Цветков В.Я.* Триада как интерпретирующая система // Перспективы науки и образования. 2015. № 6. С. 18–23.
17. *Бахарева Н.А.* Поддержка принятия решений при оценке земель // Государственный советник. 2015. № 1. С. 50–56.
18. *Кужелев П.Д.* Интеллектуальное многоцелевое управление // Государственный советник. 2014. № 4. С. 65–68.
19. *Бондур В.Г.* Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 107–113.
20. *Цветков В.Я.* Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. 2009. № 4. С. 50–51.
21. *Маркелов В.М.* Добыча данных и геоданных // Образовательные ресурсы и

технологии. 2015. № 2 (10). С. 126–131.

22. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 9. С. 826–829.

23. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. 5. Is. 3. P. 147–152.

24. Цветков В.Я. Когнитивная кластеризация // Славянский форум. 2016. № 1 (11). С. 233–240.

25. Бродский Б.Е. Информационная теория индивидуального выбора. – М.: Ситуационный центр ЦЭМИ РАН, 2008.

26. Диев В.С. Критерии выбора альтернатив: рациональные модели и реальные решения // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Философия. 2012. Т. 10. Вып. 1. С. 5–12.

27. Култыгин В.П. Теория рационального выбора – возникновение и современное состояние // Социологические исследования. 2004. № 1. С. 27–36.

28. Бескоровайный А.В. Компараторная идентификация векторов предпочтений в моделях многокритериального выбора // Проблемы бионики. 1999. № 50. С. 162–168.

29. Tsvetkov V.Ya. Not Transitive Method Preferences // Journal of International Network Center for Fundamental and Applied Research. 2015. Vol. 3. Is. 1. P. 34–42. DOI: 10.13187/jincfar.2015.3.34.

30. Макино Т., Охаси М., Докэ Х., Макино К. Контроль качества с помощью персональных компьютеров. – М.: Машиностроение, 1991.

Application of preferences for decision support the applied geoinformatics

Pavel Dmitrievich Kuzhelev, Ph.D., associate professor, Moscow State University of Railway Engineering

This article describes the application of methods of preferences that are used in support of decision-making in applied geoinformatics. The article reveals the content of relations and correspondences. content preferences disclosed. This article describes the operators used in preference theory. This article describes the features of the application of the theory of preferences based on spatial information. This article describes the conditions for the integration of spatial data. This article describes the scalar and vector comparison methods in the evaluation of preference.

Keywords: applied geoinformatics, spatial information, decision support, relation correspondence preferences, models, information construction.

УДК 528.2/.5 528.8 528.02

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Андрей Олегович Куприянов, канд. техн. наук, проф.,

зав. кафедрой прикладной геодезии,

e-mail: miigaiknir@yandex.ru,

Московский государственный университет геодезии и картографии,

<http://www.miigaik.ru>

Статья анализирует применение цифрового моделирования железнодорожного пути. Показана основа цифрового моделирования – дискретная модель, предназначенная для компьютерной обработки. Показано, что верхнее строение пути описывается одним типом цифровых моделей, а нижнее строение пути описывается другим типом цифровых моделей. Раскрыто содержание комплексного мониторинга земляного полотна железной дороги на основе цифровых моделей.

Ключевые слова: прикладная геоинформатика, моделирование, цифровое моделирование, цифровые модели местности, железнодорожный путь, строение пути.

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-3-18-24